

10/501794
PCT/JP03/03940

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

28.03.03

16 JUL 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 4月19日

出願番号

Application Number:

特願2002-118427

[ST.10/C]:

[JP2002-118427]

出願人

Applicant(s):

JFEエンジニアリング株式会社

REC'D 23 MAY 2003

WIPO

PCT

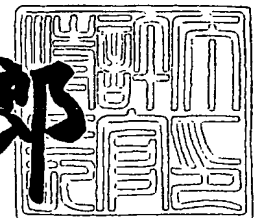
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3033870

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 2002-00216

【提出日】 平成14年 4月19日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C01B 3/02

【発明の名称】 水素製造方法及び水素製造装置

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日本鋼管株式会社
社内

 【氏名】 鈴木 実

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5

 【氏名】 坪井 孝夫

【特許出願人】

 【識別番号】 000004123

 【氏名又は名称】 日本鋼管株式会社

 【代表者】 半明 正之

【代理人】

 【識別番号】 100084180

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤岡 徹

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012690

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715172

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 水素製造方法及び水素製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 炭化水素若しくは炭素を含有する反応性粒子を反応器の圧縮室内に供給する反応性粒子供給工程と、水蒸気を上記圧縮室に供給する水蒸気供給工程と、上記圧縮室内に供給された反応性粒子及び水蒸気で混合されて成る混合体を加熱して高温にすることにより該反応性粒子と該水蒸気を反応させて水素含有ガスを生成させる反応工程と、該反応工程で生成された該水素含有ガスから水素を分離する分離工程とを有する水素製造方法において、反応工程は、高压ガスを噴出することにより生じた衝撃波によって圧縮室内の混合体を衝撃圧縮して該混合体を高温に加熱して反応させることを特徴とする水素製造方法。

【請求項 2】 反応工程は、高压ガスとして水蒸気を用いられて、水蒸気供給工程を兼ねていることとする請求項 1 に記載の水素製造方法。

【請求項 3】 反応性粒子は廃プラスチック粉または粉コークスであることとする請求項 1 又は請求項 2 に記載の水素製造方法。

【請求項 4】 炭化水素若しくは炭素を含有する反応性粒子と水蒸気との混合体を加熱して高温にすることにより上記反応性粒子と上記水蒸気を反応させて水素含有ガスを生成させ、該水素含有ガスから水素を分離する水素製造装置において、反応性粒子及び水蒸気の混合体を衝撃圧縮するべく該混合体を収容する圧縮室と、該圧縮室内に反応性粒子を供給する反応性粒子供給手段と、上記圧縮室内に水蒸気を供給する水蒸気供給手段と、上記圧縮室内に供給された反応性粒子及び水蒸気で混合されて成る混合体を衝撃圧縮する衝撃波を発生させる衝撃波発生手段とを備え、該衝撃波発生手段は、高压ガスを収容し上記圧縮室に連通可能なガス収容室と、該ガス収容室と上記圧縮室とを連通そして遮断させる開閉手段とを有し、該開閉手段が上記ガス収容室内の高压ガスを瞬間的に噴出させることによって発生する衝撃波を上記圧縮室内に伝播させて上記圧縮室内の混合体を衝撃圧縮して高温に加熱することにより該混合体中の反応性粒子と水蒸気を反応させて水素含有ガスを生成させるようになっていることを特徴とする水素製造装置。

【請求項 5】 圧縮室は回転可能な回転体に周方向の複数位置で軸線方向に延び該回転体の軸線方向の少なくとも一方の端面に開口して形成され、開閉手段は、上記圧縮室の開口と略同一半径方向位置で上記回転体の回転により上記圧縮室の開口と上記回転体の端面とに交互に断続的に対向しガス収容室に連通するガス噴射口を有し、上記回転体の端面と対向して上記ガス噴射口を閉じる遮断状態から、上記圧縮室の開口と対向して上記ガス噴射口を開放して連通状態へもたらし、上記遮断状態と上記連通状態を交互に繰り返すことにより高压ガスによる衝撃波を複数の圧縮室に断続的に伝播させるようになっていることとする請求項 4 に記載の水素製造装置。

【請求項 6】 衝撃波発生手段は、ガス収容室内に高压ガスとして廃熱ボイラにより生成された水蒸気が収容されていて、水蒸気供給手段を兼ねていることとする請求項 4 又は請求項 5 に記載の水素製造装置。

【請求項 7】 圧縮室の下流に、ラバールノズル、ガスタンク、フィルタ装置及び水素分離装置が配設されていることとする請求項 4 乃至請求項 6 のいずれか一つに記載の水素製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水素製造方法及び水素製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、工業用の水素製造装置としては、熱分解炉型水素製造装置、スチームリフォーマ等が知られている。

【0003】

これらの水素製造装置にあっては、予め高温状態に維持された反応器内に天然ガス、プロパン等の原料を導入させることにより該原料を高温に加熱して反応させて、水素、一酸化炭素等を含有する水素含有ガスを生成させ、該水素含有ガスから水素を分離して製造する。

【0004】

例えば、スチームリフォーマにあっては、原料として天然ガス、プロパン等の炭化水素と水蒸気との混合体を反応器内で高温状態の改質触媒に接触させることにより、水素、一酸化炭素等を含有する水素含有ガスたる改質ガスを得て、この改質ガスから水素を分離して得る。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これら従来の水素製造装置にあっては、次の点で問題を有していた。

【 0 0 0 6 】

即ち、水素製造の反応前に予め反応器内を高温状態としないため、装置の立ち上げ工程や立ち下げ工程等でのエネルギーロスが大きくなってしまい、装置の運転費が高くなってしまう。

【 0 0 0 7 】

又、このように装置の立ち上げから立ち下げまでの間の長時間に亘り反応器内が高温状態に維持されることとなってしまうため、耐火物を多用して装置を構成する必要があり、設備費が高くなってしまう。

【 0 0 0 8 】

更に、上述のような装置では、立ち上げ工程や立ち下げ工程等の時間が長いために、エネルギーロスが大きくなるだけでなく時間的ロスも大きくなってしまうため、一般にこのような装置では一旦装置を立ち上げて反応器内を高温状態とした後は長時間連続して水素製造が行われるので、小規模生産、或いは、所望時の短時間生産には向かない。

【 0 0 0 9 】

又、原料として天然ガス、プロパン等の純燃料が必要となってしまうため、この点でも、装置の運転費が高くなってしまう。

【 0 0 1 0 】

更に、製造工程で製造される水素と同等量以上の二酸化炭素が排出されてしまうため、地球温暖化の防止上好ましくない。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明は、エネルギーロスの低減化を図り安価な運転費及び設備費により低コストで水素を製造することができ、又、小規模生産を可能とし、更に、純燃料を必要とせず、二酸化炭素の排出を抑えつつ水素を製造することができる水素製造方法及び水素製造装置の提供を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本出願によれば、上記目的は、製造方法に関しては、炭化水素若しくは炭素を含有する反応性粒子を反応器の圧縮室内に供給する反応性粒子供給工程と、水蒸気を上記圧縮室に供給する水蒸気供給工程と、上記圧縮室内に供給された反応性粒子及び水蒸気で混合されて成る混合体を加熱して高温にすることにより該反応性粒子と該水蒸気を反応させて水素含有ガスを生成させる反応工程と、該反応工程で生成された該水素含有ガスから水素を分離する分離工程とを有する水素製造方法において、反応工程は、高压ガスを噴出することにより生じた衝撃波によって圧縮室内の混合体を衝撃圧縮して該混合体を高温に加熱して反応させるという第一の発明によって達成される。

【0013】

この第一の発明によれば、高压ガスを噴出することにより生じた衝撃波が、炭化水素若しくは炭素を含有する反応性粒子と水蒸気とが混合されてなる混合体を収容する圧縮室内に伝播して上記混合体を衝撃圧縮する。急激に圧縮された上記混合体は温度が上昇して高温となって、上記反応性粒子と上記水蒸気が反応して水素含有ガスを生成させる。

【0014】

更に、上記反応性粒子は、安価で水素生成比が割合高い廃プラスチック粉、又は、特に製鉄所で副産物として大量に生成され比較的安価な粉コークスであることが好ましい。

【0015】

又、本出願によれば、上記目的は、製造装置に関しては、炭化水素若しくは炭素を含有する反応性粒子と水蒸気との混合体を加熱して高温にすることにより上記反応性粒子と上記水蒸気を反応させて水素含有ガスを生成させ、該水素含有ガ

スから水素を分離する水素製造装置において、反応性粒子及び水蒸気の混合体を衝撃圧縮するべく該混合体を収容する圧縮室と、該圧縮室内に反応性粒子を供給する反応性粒子供給手段と、上記圧縮室内に水蒸気を供給する水蒸気供給手段と、上記圧縮室内に供給された反応性粒子及び水蒸気で混合されて成る混合体を衝撃圧縮する衝撃波を発生させる衝撃波発生手段とを備え、該衝撃波発生手段は、高压ガスを収容し上記圧縮室に連通可能なガス収容室と、該ガス収容室と上記圧縮室とを連通そして遮断させる開閉手段とを有し、該開閉手段が上記ガス収容室内の高压ガスを瞬間的に噴出させることによって発生する衝撃波を上記圧縮室内に伝播させて上記圧縮室内の混合体を衝撃圧縮して高温に加熱することにより該混合体中の反応性粒子と水蒸気を反応させて水素含有ガスを生成させるようになっているという第二の発明によって達成される。

【 0 0 1 6 】

この第二の発明によれば、ガス収容室に収容された高压ガスを開閉手段によって瞬間的に噴出することによって衝撃波が生ずる。この衝撃波は、炭化水素若しくは炭素を含有する反応性粒子と水蒸気とが混合されてなる混合体を収容する圧縮室内に伝播されて上記混合体を衝撃圧縮する。急激に圧縮された上記混合体の温度が上昇して高温となって、上記反応性粒子と上記水蒸気が反応して水素含有ガスを生成させる。

【 0 0 1 7 】

本発明においては、上記圧縮室は回転可能な回転体に周方向の複数位置で軸線方向に延び該回転体の軸線方向の少なくとも一方の端面に開口して形成することができる。上記開閉手段は、該回転体の端部にほぼ接面する部材として形成でき、上記圧縮室の開口と略同一半径方向位置で上記回転体の回転により上記圧縮室の開口と上記回転体の端面とに交互に断続的に対向しガス収容室に連通するガス噴射口を有し、上記回転体の端面と対向して上記ガス噴射口を閉じる遮断状態から、上記圧縮室の開口と対向して上記ガス噴射口を開放して連通状態へもたらし、上記遮断状態と上記連通状態を交互に繰り返すことにより高压ガスによる衝撃波を複数の圧縮室に断続的に伝播させるようにすることができる。こうすることにより、複数の圧縮室に対し順次断続的に圧縮室内の混合体が衝撃波によって衝

撃圧縮されて加熱される。開閉手段として膜体や高速開閉弁を用いる必要がなく、耐久性の高い開閉手段を実現できるので、長寿命、稼働率の向上を図ることができる。又、衝撃波を連続的に発生できるため、短時間に大量に処理することが可能で、高性能化、小型化を図ることができ、設備費が安価となる。かかる開閉手段は、既設の上述の回転体に簡単に組み立てることができる。

【0018】

又、上記ガス収容室内に高圧ガスとして廃熱ボイラにより生成された水蒸気が収容されていて上記衝撃波発生手段が水蒸気供給手段を兼ねていることは、設備費が安価となるので好ましい。又、水蒸気が廃熱ボイラにより生成されたものであることは、低運転費、省エネルギーとすることができるだけでなく、水蒸気を生成するために新たな二酸化炭素の排出が少ないため、好ましい。

【0019】

更に、反応性粒子と水蒸気との反応の逆反応を抑制して高効率化を図るためには、上記圧縮室は、該圧縮室内での衝撃圧縮によって生成された水素含有ガスを排出する排出口にラバールノズルが取り付けられていることが好ましい。これにより水素含有ガスを急冷することができ逆反応を抑制できる。又、上記圧縮室は、上記圧縮室内での衝撃圧縮によって生成された水素含有ガスを受けてその圧力を緩和させるガスタンクに連通していることが好ましい。

【0020】

又、上記ガスタンクは、上記ガスタンクを経由した水素含有ガスから未反応の反応性粒子を除去するフィルタ装置に連通していることが好ましい。これにより、未反応の反応性粒子を捕集して再利用でき、低コスト化を図ることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態に関して、添付図面に基づき説明する。

【0022】

図1は本実施形態にかかる水素製造装置の概略構成を示す図である。

【0023】

本実施形態にかかる水素製造装置は、図1に示すように、炭化水素を含有する

反応性粒子として、廃棄物として収集されたプラスチック材（以下、廃プラスチックという）を破碎して得られた微粉状若しくは粉状の廃プラスチック（以下、廃プラスチック粉という）と水蒸気との混合体を反応させるための反応器 1 を備えている。

【0024】

反応器 1 には、廃プラスチック粉を反応器 1 に供給する反応性粒子供給装置 2 が接続されている。反応性粒子供給装置 2 は、廃プラスチックを破碎する破碎機 2 a と、破碎機 2 a により得られた廃プラスチック粉を反応器 1 に高速開閉弁 2 c を介して供給するフィーダ 2 b とを有している。この破碎機 2 a には、廃プラスチックが N_2 等の不活性ガスにより搬送されるようになっている。

【0025】

又、反応器 1 には、水蒸気を反応器 1 に高速開閉弁 3 b を介して供給する廃熱ボイラ 3 a が接続されている。この廃熱ボイラ 3 a は、焼結炉、加熱炉、ごみ焼却炉等の燃焼装置若しくは熱プロセス装置 8 からの廃熱を利用して高圧ガスとしての水蒸気を収容するガス収容室である。本実施形態では、廃熱ボイラ 3 a からの水蒸気が後述の開閉手段によって瞬間的に開放されることにより反応器 1 内の混合体を衝撃圧縮するための水蒸気による衝撃波を発生させるようになっており、廃熱ボイラ 3 a と後述の開閉手段が衝撃波発生装置 3 を構成すると共に水蒸気供給装置をも兼ねている。

【0026】

又、高速開閉弁 2 c 及び高速開閉弁 3 b のかわりに反応器 1 に開閉部材を取り付けるようにしてもよい。

【0027】

更に、反応器 1 には、反応器 1 内で廃プラスチック粉と水蒸気との混合体が反応することによって生成された高圧下の水素含有ガスを高速噴出するためのラバールノズル 4 が接続されている。

【0028】

ラバールノズル 4 には、ラバールノズル 4 から排出された水素含有ガスを圧力緩和のため一旦収容するガスタンク 5 が連通して接続されている。

【0029】

ガスタンク5には、ガスタンク5内で圧力緩和された水素含有ガス中から未反応の反応性粒子を除去するバグフィルタ装置6が連通して接続されている。

【0030】

バグフィルタ装置6には、バグフィルタ装置6によって未反応の反応性粒子を除去された水素含有ガスから水素を分離する圧力振動吸着（PSA）装置7が接続されている。又、バグフィルタ6は、除去された未反応の反応性粒子を帰還させて再利用するため上述のフィーダ2bに接続されている。

【0031】

圧力振動吸着装置7は、分離工程後に残った一酸化炭素（CO）を燃料として帰還させて有効利用するため上述の燃焼装置若しくは熱プロセス装置8に接続されている。また、分離されたCOは純度が比較的高いため、化学合成原料として用いることもできる。

【0032】

ここで、図2に基づき、反応器1について詳細に説明する。

【0033】

図2（a）は反応器1の概略構成を示す図であり、図2（b）は図2（a）のI-I線横断面図である。

【0034】

この反応器1は、図2（a）、（b）に示すように、炭化水素からなる廃プラスチック粉と水蒸気との混合体を衝撃圧縮して高温にするべく該混合体を収容する圧縮室1aが、回転体1bに周方向の複数位置に軸線方向に延びて回転体1bの軸線方向両端にて開口して形成されている。

【0035】

この回転体1bの端面に対向する位置には、回転体1bの軸線方向両端部のそれぞれにて、回転体1bの回転を許容するよう該端面に対して所定の隙間をもって開閉部材1cが配設されている。この開閉部材1cと回転体1bの周面との間はシール部材1eによってシールされている。また、シールとしてラビリンスを用いてもよい。

【 0 0 3 6 】

廃プラスチック粉、水蒸気が供給される側（以下、供給側という）の一方の開閉部材 1 c には、圧縮室 1 a 内に廃プラスチック粉を供給するため上述の反応性粒子供給装置 2 のフィーダ 2 b と連通する開口 1 c₁ と、圧縮室 1 a 内に水蒸気を供給するため上述の衝撃波発生装置 3 の廃熱ボイラ 3 a と連通するガス噴射口たる開口 1 c₂ との二つの開口が形成されている。反応後の水素含有ガスが排出される側（以下、排出側という）の他方の開閉部材 1 c には、上述のラバールノズル 4 が取り付けられている。

【 0 0 3 7 】

この回転体 1 b は、軸受等の支持部材 1 d によって回転自在に支持され、駆動手段（図示せず）によって回転駆動されるようになっている。そして、回転体 1 b は、開口 1 c₂ が圧縮室 1 a の開口と略同一半径方向位置で圧縮室 1 a の開口と回転体 1 b の端面とのいずれかに交互に断続的に対向するよう断続的に回転されるようになっている。

【 0 0 3 8 】

開口 1 c₂ は、回転体 1 b の端面と対向するときに回転体 1 b の端面に接触して廃熱ボイラ 3 a と圧縮室 1 a との連通が遮断され、圧縮室 1 a の開口と対向するときに圧縮室 1 a の開口と接続されて圧縮室 1 a と廃熱ボイラ 3 a とが連通されるようになっている。このように、本実施形態では、開口 1 c₂ と回転体 1 b の端面とが協働して圧縮室 1 a と廃熱ボイラ 3 a とを連通又は遮断させる開閉手段を構成している。

【 0 0 3 9 】

一方、開口 1 c₁ も、開口 1 c₂ と圧縮室 1 a の開口との対向時に、開口 1 c₂ とは半径方向反対側の圧縮室 1 a の開口と接続されて圧縮室 1 a とフィーダ 2 b とが連通されるようになっている。このように本実施形態では、開口 1 c₁ と回転体 1 b の端面とが協働して圧縮室 1 a とフィーダ 2 b とを連通又は遮断させる開閉手段を構成している。

【 0 0 4 0 】

又、ラバールノズル 4 は、開口 1 c₂ と回転体 1 b の端面との対向時に、排出

側で圧縮室 1 a の開口と接続されて圧縮室 1 a とガスタンク 5 とが連通されるようになっている。

【0041】

このように、複数の圧縮室 1 a は、図 2 (b) に示すように、回転体 1 b の回転中に、順次断続的に、開口 1 c₁ が圧縮室 1 a の開口と対向する位置にきたときにフィーダ 2 b からの廃プラスチック粉が供給され、その廃プラスチック粉の供給を受けた圧縮室 1 a の開口が回転体 1 b の 180° 回転後に開口 1 c₂ と対向する位置となったときに廃熱ボイラ 3 a から水蒸気が供給されるようになっている。又、開口 1 c₂ が回転体 1 b の端面に対向して遮断された状態から圧縮室 1 a の開口と対向する位置にきて連通された状態となったときに、廃熱ボイラ 3 a からの高圧の水蒸気が瞬間的に開放されるので、開口 1 c₂ から噴出される水蒸気は衝撃波となって圧縮室 1 a 内を伝播することとなる。

【0042】

次に、本実施形態の水素製造装置における水素製造の工程について図 1 及び図 2 に基づき説明する。

【0043】

① 先ず、開口 1 c₁ と連通する圧縮室 1 a に廃プラスチック粉が反応性粒子供給装置 2 のフィーダ 2 b によって高速開閉弁 2 c を介して供給される。又、フィーダ 2 b には、破碎機 2 a によって廃プラスチックが砕かれて得られた廃プラスチック粉が供給される。この廃プラスチックは、N₂ 等の不活性ガスによって破碎機 2 a へ搬送される。尚、反応性粒子としては、廃プラスチック粉の他、粉コークス、微粉炭も利用可能であり、廃プラスチック粉の代わりに粉コークスや微粉炭をフィーダ 2 b に導入してもよい。

【0044】

② 次に、廃プラスチック粉の供給を受けた圧縮室 1 a は、上述の回転体 1 b の回転により開口 1 c₂ に連通する。このとき、開口 1 c₂ が回転体 1 b の端面との対向によって閉ざされて遮断された状態から瞬間的に圧縮室 1 a に連通した状態となることにより、廃熱ボイラ 3 a からの高圧の水蒸気が瞬間的に開放されて衝撃波となって圧縮室 1 a 内に供給され伝播する。本実施形態では、廃熱ボイラ 3

a 内の水蒸気は、例えば、温度が 4 0 0℃であり、圧力が 4 M P a である。

【 0 0 4 5 】

③廃プラスチック粉の供給を受けた圧縮室 1 a 内に高圧の水蒸気による衝撃波が伝播すると、圧縮室 1 a 内の廃プラスチック粉が水蒸気による衝撃波によって圧縮室 1 a の一方の端部に向けて衝撃圧縮されて高温となり、廃プラスチック粉と水蒸気が反応して水素含有ガスを生成する。このとき、本実施形態では、圧縮室 1 a 内の混合体は温度 1 5 0 0℃、圧力 4 M P a となる。又、廃プラスチック粉は一般に化学式 $C_{2n}H_{4n}$ で表され、このときの圧縮室 1 a 内で生じる主反応は $C_{2n}H_{4n} + 2 n H_2O \rightarrow 2 n CO + 4 n H_2$ である。このように回転体 1 b を連続的に回転させることにより反応を連続して行い、水素含有ガスを連続的に生成する。

【 0 0 4 6 】

④そして、圧縮室 1 a 内で生成された水素含有ガスは、反応器 1 に取り付けられたラバールノズル 4 を経由してガスタンク 5 内に噴射されて一旦収容される。このとき、ラバールノズル 4 から高速噴出された高温の水素含有ガスは断熱のもとで急冷却されるので、逆反応が抑制される。又、ガスタンク 5 は、比較的大容量になっているので、ラバールノズル 4 から噴射された高圧の水素含有ガスが一旦収容されることにより該水素含有ガスの圧力が緩和される。このように、本実施形態では、高温高圧の水素含有ガスの圧力及び温度を低下させて、逆反応を防止して反応の高効率化が図られている。

【 0 0 4 7 】

⑤その後、ガスタンク 5 内の水素含有ガスは、フィルタ装置たるバグフィルタ装置 6 によって、反応せずに水素含有ガス中に残った反応性粒子が除去される。このバグフィルタ装置 6 によって捕集された反応性粒子は、上述のフィーダ 2 b に戻されて再利用される。

【 0 0 4 8 】

⑥バグフィルタ装置 6 を通過した水素含有ガスは、圧力振動吸着装置 7 により水素と一酸化炭素 (CO) とに分離され、水素を得る。ここで、水素含有ガスから分離された CO は、燃料として有効活用されるべく、上述の燃焼装置若しくは

熱プロセス装置 8 に利用される。また、得られた CO を化学合成原料として用いることもできる。

【 0 0 4 9 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲で様々な変更が可能である。例えば、廃熱ボイラ 3 a の高圧水蒸気によって衝撃波を発生させる方法としては、上述の他、高速開閉弁 3 b の開閉によっても可能であり、又、圧縮室 1 a と廃熱ボイラ 3 a との間に膜を設けこの膜を破って開放することによっても可能である。

【 0 0 5 0 】

また、反応性粒子として用いる微粉状の廃プラスチック粉や粉コークスの粒径は $100\ \mu\text{m}$ 以下とすると反応が確実に行われるので好ましい。

【 0 0 5 1 】

更に、反応性粒子としては、廃プラスチック粉や粉コークスだけでなく、他の炭化水素や炭素を含有する物質を利用可能である。

【 0 0 5 2 】

又、温度、圧力等の条件については、本実施形態に説明したものに限るものではなく、圧縮室内で反応性粒子と水蒸気が反応して水素含有ガスが生成される条件であればよい。

【 0 0 5 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明方法によれば、炭化水素若しくは炭素を含有する反応性粒子と水蒸気とが混合されてなる混合体を収容する圧縮室内に、高圧ガスを噴出することにより生じた衝撃波が伝播して上記混合体を衝撃圧縮することにより、急激に上記混合体を高温加熱せしめて、上記反応性粒子と上記水蒸気が反応して水素含有ガスを生成させるようにしたので、混合体の反応に必要な十分な熱を短時間で効率よく混合体に供給できるため、本発明方法では、反応器内を予め高温とする必要がなく、立ち上げ工程や立ち下げ工程でのエネルギーロスが軽減される。又、装置が立上げから立ち下げまで連続して長時間に亘って高温状態と

はならず、反応に必要な時間及び領域だけ高温にするので、エネルギーロスが軽減されるだけでなく時間的ロスも軽減されるので、小規模生産あるいは所望時の短時間生産が可能となる。又、原料が反応性粒子及び水蒸気であればよいので、純燃料を必要としない。更に、反応性粒子と水蒸気は圧縮室内での主反応で二酸化炭素を生成しないので、二酸化炭素の排出を抑えつつ水素を製造することができる。

【0054】

又、本発明装置では、混合体の反応に必要な十分な熱を短時間で効率よく混合体に供給できるため、反応器内を予め高温とする必要がなく立ち上げ工程や立ち下げ工程でのエネルギーロスが軽減されるので、運転費が安価な装置となる。又、装置が立上げから立ち下げまで連続して長時間に亘って高温状態とはならず、反応に必要な時間及び領域だけ高温にするので、耐火物を多用する必要がなく、設備費が安価な装置となり、更には、エネルギーロスが軽減されるだけでなく時間的ロスも軽減されるので、小規模生産が可能な装置となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態にかかる水素製造装置の概略構成を示す図である。

【図2】

(a) は、図1の水素製造装置に備えられた圧縮室の概略構成を示す図であり、(b) は、(a) におけるI-I線横断面図である。

【符号の説明】

- 1 反応器
 - 1 a 圧縮室
 - 1 b 回転体
 - 1 c 開閉部材
 - 1 c₁ 開口
 - 1 c₂ 開口（噴射口）
- 2 反応性粒子供給装置（反応性粒子供給手段）
 - 2 c 高速開閉弁

3 衝撃波発生装置（衝撃波発生手段、水蒸気供給手段）

3 a 廃熱ボイラ

4 ラバーノズル

5 ガスタンク

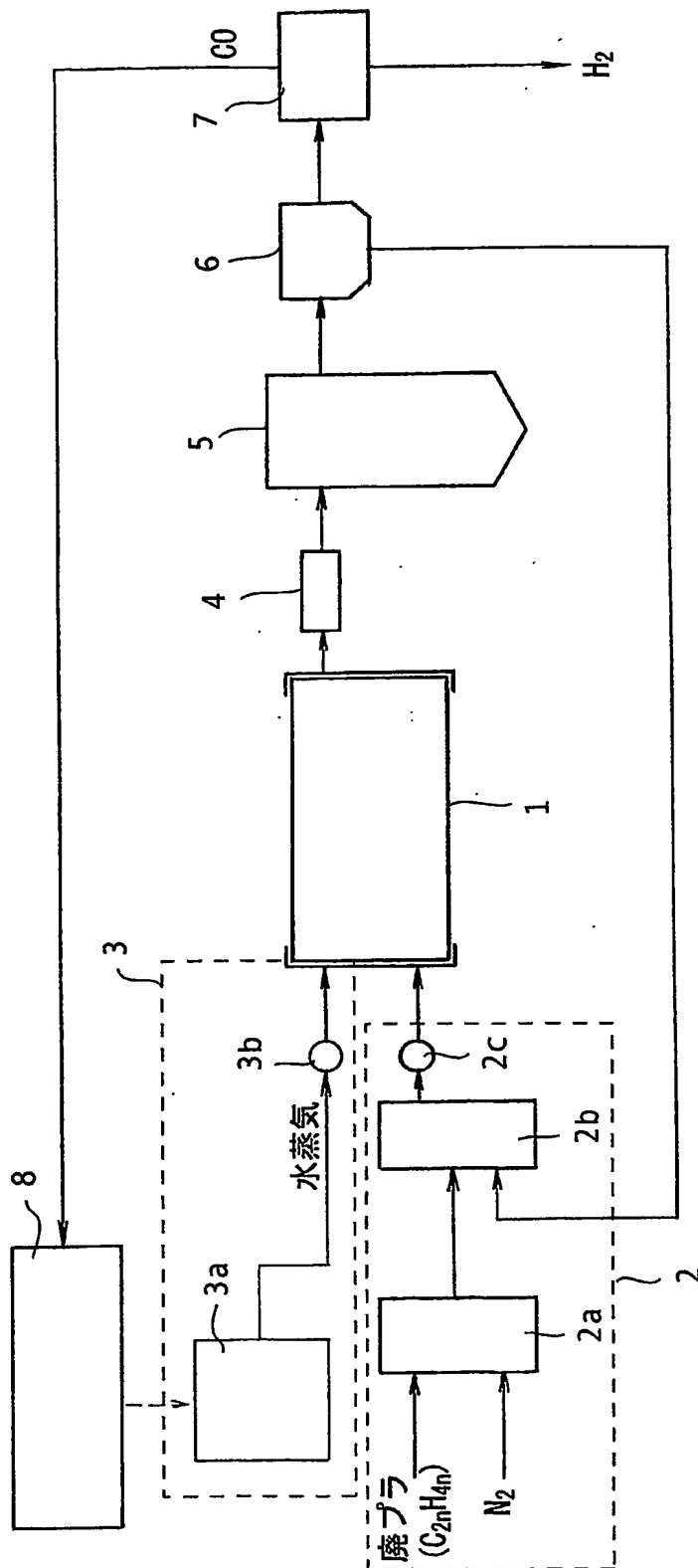
6 バグフィルタ装置（フィルタ装置）

7 圧力振動吸着装置

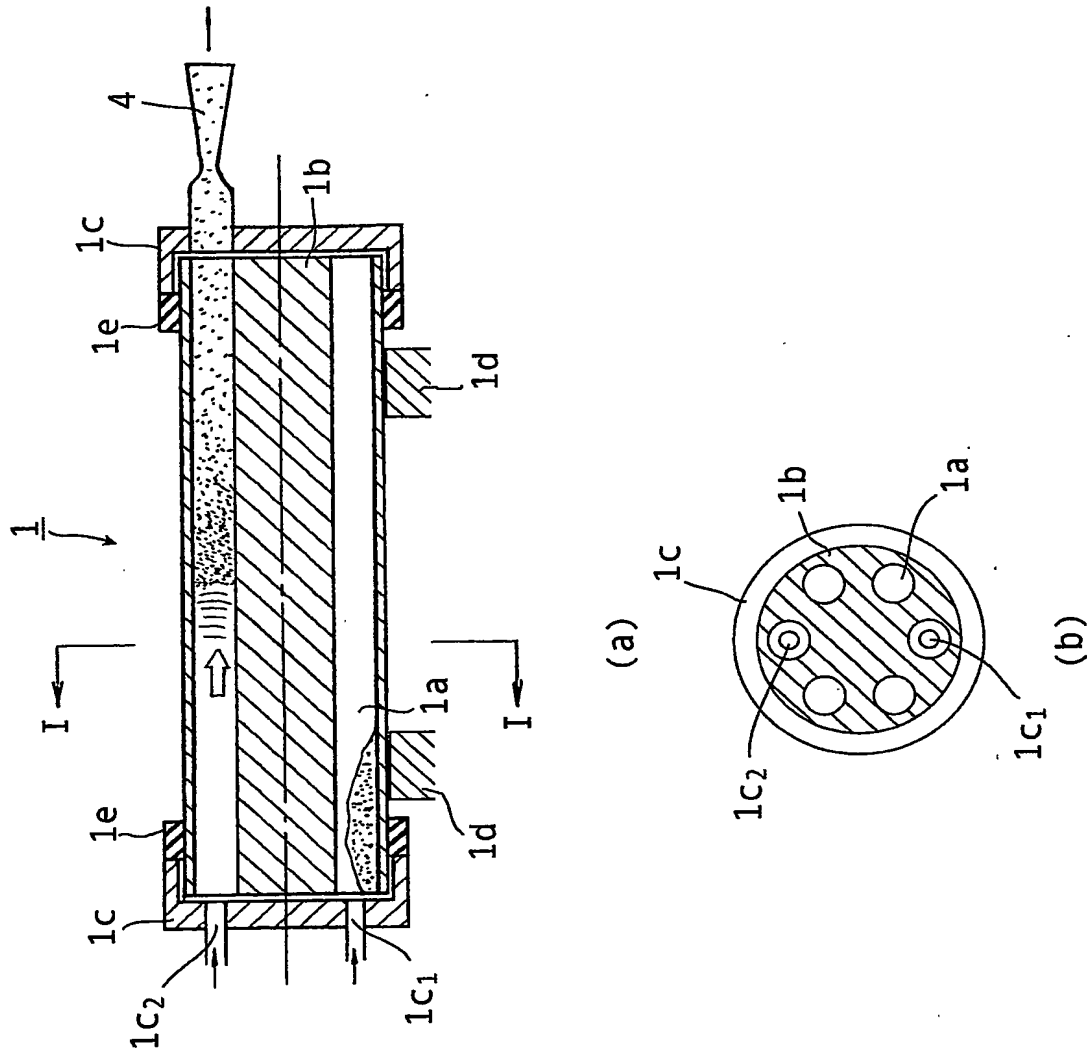
【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エネルギーロスの低減化を図り安価な運転費及び設備費により低コストで水素を製造することができ、又、小規模生産を可能とし、更に、純燃料を必要とせず、二酸化炭素の排出を抑えつつ水素を製造することができる水素製造方法及び水素製造装置を提供する。

【解決手段】 廃プラスチック粉及び水蒸気の混合体を衝撃圧縮して高温にするべく収容する反応器 1 の圧縮室と、該圧縮室内の混合体を衝撃圧縮する衝撃波を発生させる衝撃波発生装置 3 とを備え、該衝撃波発生装置 3 は、廃熱ボイラ 3 a 内の高圧水蒸気噴出によって発生する衝撃波を上記圧縮室内に伝播させて上記圧縮室内の混合体を衝撃圧縮して高温に加熱することにより該混合体中の廃プラスチック粉と水蒸気を反応させて水素含有ガスを生成させる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004123]

1. 変更年月日 1990年 8月10日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
氏 名 日本鋼管株式会社
2. 変更年月日 2003年 4月 1日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
氏 名 JFEエンジニアリング株式会社